확장적 우선 순위 피드백 제어 기법

정상운[†] · 정원창[††] · 김상복[†††]

요 약

다자간 회의 시스템의 대부분은 RTP(Real Time Protocol)와 RTCP(Real Time Control Protocol)를 이용하는데, RTCP를 이용한 피드백 정보의 손실률과 전송 시간의 동기화 현상이 다자간 회의 시스템의 확장성에 큰 영향을 준다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 도입한 무작위 지연 기법은 매우 단순하여 수많은 참가자들이 동시에 피드백 정보를 전송할 경우 혼잡을 일으키게 되어 확장성이 떨어진다.

본 논문에서는 확장성 증가와 피드백 지연을 줄이기 위해 RTCP에 우선 순위를 부여하여 전송하는 기법을 제안하고 알고리즘을 제시한다. RTCP 헤더 정보를 분석하여 손실률이 높은 수신자에게 우선 순위를 부여한다. 에이전트는 우선 순위에 따라 피드백 메시지를 더 많이 전송함으로써 세션 참가자를 능동적으로 조절함과 동시에 적절한 가용 대역폭을 측정하게 한다.

시뮬레이션으로 평가한 결과 제안된 확장적 우선 순위 기법을 적용할 때 초기 전송 혼잡을 감소시키며, 피드백 메시지가 특정 시간에 편중하지 않고 균일하게 분포되었다

A Priority-based Feedback Control Mechanism for Scalability

Sang-woon Cheong[†], Won-chang Cheong[††] and Sang-bok Kim[†††]

ABSTRACT

When a multicast video conference system utilizes RTP (Real Time Protocol) and RTCP (Real Time Control Protocol), the loss rate and the synchronization of transfer in RTCP affect the scalability of the system. The random delay technique introduced to resolve the problems is so simple that leads the network to meet some congestion in synchronizing feedback information when lots of people transfer the feedback information simultaneously, which reduces the scalability of system.

In this paper, we propose a new feedback control algorithm that provides priority levels with the RTCP packet, which cuts down the feedback delay and increases the scalability. The criteria of providing priority are the loss rate of given RTCP header, which decide the priority level of RTCP transfer to the sender. Based on the decided priority level, Agent forced the session participants to provide much more RTCP packets, positively controlled, and the possible bandwidth can be measured.

The simulation on this technique decreases the delay, and the feedback messages are equally distributed on a given time period.

1. 서 론

인터넷에서의 다자간 회의는 수 천명이 참가하는 대규모의 회의가 될 수 있으므로 다자간 회의 시스템에서는 확장성이 중요하다. 현재의 인터넷상에서의 다자간 회의 시스템은 대부분 RTP/RTCP(Real-time Transfer Protocol/Real Time Control Protocol)을 이용하는데, RTCP 피드백 정보의 손실률과 전송 시간의 동기화 현상이 다자간 회의 시스템의 확장성에 큰 영향을 준다. 멀티캐스트 RTP 세션에 참가하기 위한 전송률에 관한 알고리즘은 RTP 명세서에 기술하고 있다. 이런 RTP는 한사람에서 백만 명까지의 참가자를 허용하도록 설계되어 있다[1].

[†] 경상대학교 대학원 재학
[††] 경상대학교 전자계산소 근무
[†††] 경상대학교 컴퓨터 과학과 교수

이런 특성으로 아주 빠르게 변화하는 대단위의 그룹(세션)이 사용될 경우는 몇 가지의 문제점을 가지고 있다. 갑자기 많은 참가자가 멀티캐스트 그룹에 가입/탈퇴할 경우, 이런 RTCP 정보를 동시에 전송함으로써 혼잡이 일어난다[3]. 즉, 세션 참가자 수가 증가함에 따라 네트워크에 전송되는 RTCP 패킷의 숫자가 기하급수적으로 증가하게 되어 혼잡을 유발하여 피드백 정보의 손실을 유발하게 된다.

이런 문제를 해결하기 위해 RTP/RTCP에서는 혼잡을 회피하기 위하여 RTCP 전송 빈도 수를 감소시키고 있다. RTP는 참가자의 수가 증가함에 따라 선형적으로 RTCP의 전송 빈도 수를 감소시키고 있다. 또한 RTCP 패킷 전송의 동기화를 방지하기 위한 방식으로는 여러 가지 방식이 제안되고 있다. 전송의 동기화를 방지하기 위한 방식으로 개연적인 요청(probabilistic querying) 기법, 무작위 지연 응답(randomly delayed responses) 기법, 그리고 확장 영역 검색(expanding scoped search) 기법 등이 있다[3]. RTP/RTCP는 무작위 지연 기법을 이용하여 참가자들이 동시에 피드백 정보를 보내는 것을 방지한다[1].

그러나 단순한 무작위 지연 방식은 참가자 수가 증가할수록 전송 시간의 동기화가 발생할 확률이 높아진다. 무작위 지연은 특정 수신자를 무한정 지연하는 단점을 가지고 있다. 이로 인하여 지연된 수신자를 세션에서 탈퇴되는 상황이 발생한다. 이러한 지터를 예방하기 위한 기존의 RTP/RTCP 확장 기법의 무작위의 피드백 정보 전송 지연은 송신자가 수신자의 네트워크 상태에 따라 효율적으로 전송률을 제어할 수 없게 하고, 특정시간에 피드백 메시지의 동기화를 가져온다. 이로 인하여 네트워크 상황을 실시간으로 파악할 수 없어 혼잡을 가중시키거나 대역폭의 할당을 불합리하게 함으로써 서비스 품질을 저하시킨다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 지연노드에 대해서 피드백 전송 비율을 증가시키는 빠른 재고 기법[4]과 Schulzrinne이 제안한 세션 참가자의 수에 따라 RTCP 패킷 전송을 지연하는 방식이 있다[3]. 그러나 빠른 재고 방식의 경우 지연이 발생한 세션에 대해서 피드백 메시지 전송을 증가시킴으로 동기화에 의해 혼잡이 가중 될 수 있고, Schulzrinne이 제안한 방식은 한 세션에서 피드백 정보의 전송이 무한히 지연될 수 있다는 문제점을 갖고 있다.

본 논문에서는 네트워크 혼잡시 피드백 메시지를 전송할 때 RTCP 헤더 정보에서 결정한 우선 순위를 기반으로 하여 피드백 정보를 전송함으로써 RTCP로 인한 혼잡을 방지하고 메시지 전송 시간을 분산시킴으로써 실시간 네트워크 상황이 반영된 신속한 피드백 메시지를 획득 할 수 있는 확장적 피드백 제어 알고리즘을 제안한다.

논문의 구성은 먼저 2장에서 관련된 연구에 대해서 알아보고, 3장에서는 본 논문에서 제시하는 알고리즘을 살펴보고, 4장에서는 시뮬레이션을 통한 성능 평가를 분석한 후 5장에서 결론을 내린다.

2. 관련연구

2.1. RTCP를 이용한 가용 대역폭 측정

실시간 멀티미디어 화상회의 응용은 RTP패킷에 데이터를 실어 송수신 한다. RTP는 오디오, 비디오 데이터 패킷을 전송하는 데이터 부분과 데이터 전송에 있어서 필요한 제어 부분 두 가지로 나눌 수 있다. RTP는 주기적으로 RTCP 패킷에 네트워크 정보를 송수신 하도록 되어 있다.

RTCP는 네트워크에서 전송되는 RTP 패킷을 모니터링하여 네트워크 QoS 값들을 검출하고, 이를 이용하여 RTCP 패킷을 구성하여 제한된 대역폭 내에서 송신자측에 QoS 정보를 전송한다. RTCP의 제어 메커니즘은 그림 1과 같다.[3]

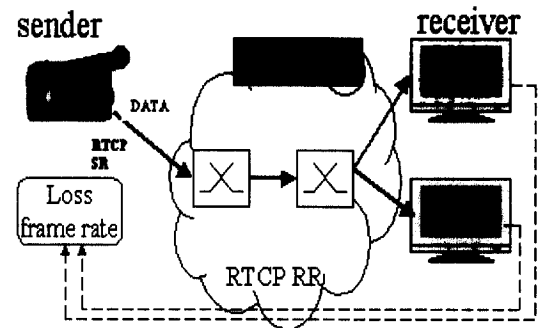



그림 1. 종단간 제어 메카니즘

네트워크의 가용대역폭 측정은 RTCP 수신자 보고서를 바탕으로 측정하여 아래와 같은 순서를 통해

서 이루어진다. 먼저 RTCP 분석단계가 수행되는데, RTCP 분석 단계에서는 패킷 손실과 지연, 라운드 트립 시간 등을 계산하여 손실 비율을 결정한다.

두 번째 네트워크 상태 분석 단계에서는 네트워크의 상태를 3가지로 구분한다(Conges ted, Loaded, Unloaded). 현재 네트워크의 혼잡 여부를 결정하여 송신자가 필요한 대역폭을 결정한다. 이때 손실률 2~4% 정도일 때가 가장 적절하다. 그림2[2].

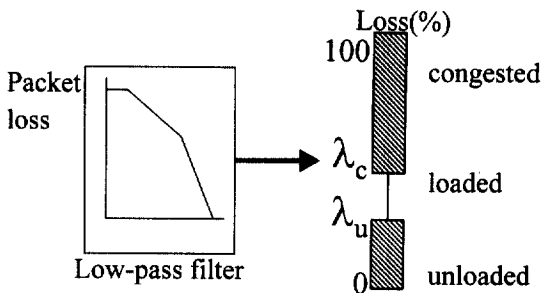



그림 2. 수신자 보고서 분석

세 번째는 대역폭을 조정한다. 최대 가용 대역폭과 최소 가용 대역폭을 설정하고, 최대 손실률을 이용하여 최소, 최대 대역폭을 조정한다. RTCP는 이러한 3가지 단계를 이용해서 대역폭을 설정한다[2].

2.2 다자간에서 피드백 정보 전송

멀티캐스트 기법을 사용하는 멀티미디어 응용 프로그램들의 성공 여부는 수신자들에게 전송되는 음성/영상의 품질에 의해 좌우된다. 인터넷은 응용프로그램의 서비스 품질에 대한 요구를 보장할 수 없기 때문에 멀티캐스트 트래픽 (multicast traffic)을 위하여 인터넷의 성능을 최대한 효율적으로 이용할 수 있도록 흐름제어에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 다자간 통신에서 확장성을 고려 할 때 혼잡, 세션 정보 저장 공간과 지연으로 인한 문제가 발생하고 있다.

RTP는 세션에 참가하는 것을 알리는 메시지가 없기 때문에 RTCP 패킷을 전송하여 세션에 참가하고 있음을 알린다. RTP에서 모든 세션 참가자들은 RTCP 패킷을 전송하는 시간을 동적으로 계산하여 네트워크 대역폭의 아주 작은 부분만을 피드백 정보를 전송하는데 사용한다[1]. 멀티캐스트 그룹의 크기를 표현하는 세션의 참가자 수를 L(t)로 하고, RTCP 패킷들이 도착하는 평균 시간 간격을 C라 할 때, C는 평균 RTCP 패킷의 크기를 세션 대역폭의 5%의 값으로 나눈 값이다. 각 사용자는 결정적 시간 간격을 계산한다. 피드백 정보를 전송하는 시간 간격 Td는,

$$Td=max(Tmin,CL(t))$$

로 표현된다. Tmin의 값으로써 초기 패킷에서는 2.5초, 다른 패킷은 5초의 시간 간격을 취한다[1].

그러나 세션이 처음 시작될 때에 많은 수의 사용자들이 세션에 참가하기 위해 거의 동시에 RTCP 패킷을 전송하거나, 세션이 종료될 때에 많은 수의 참가자들이 세션을 빠져나가기 위해 BYE 패킷을 전송할 때 RTCP 패킷이나 BYE 패킷의 범람으로 인한 혼잡이 발생한다.

또한 세션이 끝난 후에 그룹 규모가 갑작스럽게 크게 줄어 세션의 사용자가 의도하지 않는 타임아웃(timeout)으로 인하여 세션으로부터 탈퇴되기도 한다. 이러한 혼잡을 예방하고, RTP의 확장성을 발전시키기 위해 빠른 재고 기법[4]과 Schulzrinne에 의해 제안된 전진 재고 기법과 후진 재고 기법[3]이 있다.

2.2.1 빠른 재고 기법

전송지연을 많이 한 참가자에게 전송지연 시간을 계속적으로 감소시키는 기법으로 초기 RTCP 패킷과 BYE 패킷을 기존의 재고 기법보다 더 빨리 멀티캐스트 그룹에 전송한다. 피드백 정보의 전송을 지연하는 간격 T_d는,

$$Td=\frac{R(a)}{2^d}\cdot\max(T_{min}, C\cdot L(t))$$

로 표현되며 d는 전송이 지연된 횟수이다. 이는 지연 횟수에 대해 전송 지연의 시간을 줄임으로써 전송의 우선 순위를 높인다[4].

2.2.2 전 후진 재고 기법

전진 재고 기법은 세션의 초기에 발생하는 혼잡을 예방한다. 세션이 처음 시작되어 많은 수의 참가자들이 거의 동시에 세션에 참가하기 위해 RTCP 패킷을 멀티캐스트 그룹에 전송할 때 멀티캐스트 그룹의 크기 변화를 고려하여 전송을 지연시키는 것이다. 전진 재고 기법은 조건부 재고 기법과 무조건 재고 기법

두 가지가 존재한다. 조건부 재고 기법은 사용자가 세션에 참가하기 위해 RTCP 패킷을 전송하려는 현재 시간 t_n에서 사용자는 이전에 세션에 참가하기 위해 RTCP 패킷을 전송하려 했던 시간 t_{n-1}이후로 그룹의 규모를 예측한 값 L(t)이 변했다면, 사용자는 RTCP 패킷을 보낼 간격 Td을 계산하여 t_{n-1}에 더한 값을 전송한다. 현재 시간 t_n보다 작은 값이면 그대로 패킷을 전송한다[2].

무조건 재고 기법은 그룹의 규모의 변화에 관계없이 계속 RTCP 패킷을 보낼 간격 Td를 계산하여 t_{n-1}에 더한 값이 t_n보다 작은 값이면 패킷을 전송한다.

후진 재고 기법은 세션의 종료 시 발생하는 혼잡을 예방하는 기법으로 BYE 재고 기법이 있다. BYE 재고 기법은 전진 재고 기법과 같이 세션이 끝날 때 많은 수의 참가자들이 거의 동시에 세션에서 탈퇴하기 위해 BYE 패킷을 멀티캐스트 그룹에 전송하는 것이 혼잡을 유발하기 때문에 BYE 패킷을 바로 전송하지 않고 멀티캐스트 그룹의 크기 변화를 고려하여 전송을 지연시키는 것이다. 전송 지연의 동작 원리는 세션 참가자가 세션에서 탈퇴하기 위해 BYE 패킷을 전송하려는 현재 시간 t_n에서 사용자는 이전에 BYE 패킷을 전송하려 했던 시간 t_{n-1}이후로 그룹의 규모를 예측한 값 L(t)이 변했다면, 사용자는 BYE 패킷을 보낼 간격 Td을 계산하여 t_{n-1}에 더한 값이 현재 시간 t_n보다 작은 값이면 BYE 패킷을 전송한다.

수식으로 표현하면

$$Td = R(\alpha) \cdot \max(Tmin, CL(t))$$

$R(\alpha)$은 0.5에서 1.5사이의 무작위 숫자를 사용한다[재고기법]. 이것은 Td값을 균일하게 분포시키는 기법으로 0.5 · Td에서 1.5 · Td 사이로 전송 시간 간격을 분산시킨다. 즉, 무작위 숫자의 역할은 Td값을 균일하게 분포(uniformly distribution)시키는 기능을 한다.

3. 확장적 우선 순위 피드백 제어 기법

RTCP의 피드백 정보가 다 자간에 운용될 경우 송신자와 근접 노드(MGH1) 사이에서 갑작스런 지터를 발생 할 가능성을 가지고 있다.

그림 3의 수신자 R1, R2, R3에서 동시에 송신자에

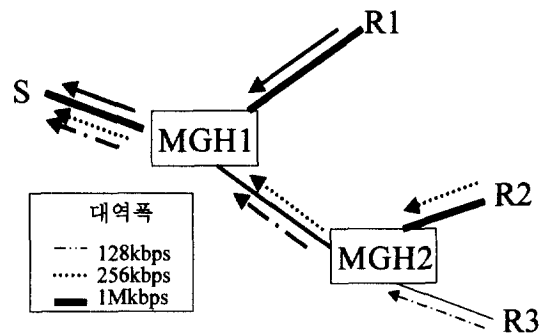



그림 3. 네트워크 Architecture

게 RTCP 피드백 정보를 보낼 경우 수신자와 GSH1 사이에서 갑작스런 혼잡을 유발한다. 지터에 의한 RTCP 정보의 분실이나 지연으로 네트워크 상황에 즉각적으로 대응하지 못하여 TCP보다 네트워크 접근 속도가 느린 RTP는 대역폭을 잃게되어 서비스 품질의 저하시킨다. 서비스 품질을 유지하기 위해서 우선 순위에 의해서 RTCP 피드백 정보를 전송함으로써 피드백 정보의 손실과 지연을 미연에 방지하고 네트워크 상황을 실시간으로 파악하여 적절한 대역폭을 할당하여 서비스품질을 유지 할 수 있게 한다. 혼잡이 발생하면 멀티미디어 데이터의 생성량을 줄이고 전송 패킷을 우선 순위에 의해 적응적으로 패킷을 폐기하는 방법을 이용한다.

기존의 RTP/RTCP 확장 기법의 무작위의 피드백 정보 전송 지연은 송신자가 수신자의 네트워크 상태에 따라 효율적으로 전송률을 제어할 수 없게 한다. 결국 혼잡에 의한 패킷 손실과 지연으로 네트워크 상황을 실시간으로 파악할 수 없어 혼잡을 가중시키거나 대역폭의 할당 불합리하게 함으로서 서비스 품질을 저하시킨다. 본 논문에서는 초기나 탈퇴시의 피드백 전송에 의한 혼잡 뿐 아니라 일반적인 피드백 정보를 전송하면서 생길 수 있는 지터를 해결하기 위한 우선 순위 피드백 제어기법을 제안한다.

3.1 우선 순위를 계산하기 위한 RTCP 정보 분석

송신자의 RTCP 메시지 중 수신자가 내부에서 RTCP메시지를 복사하여 우선 순위를 결정한다. 복사된 RTCP 정보를 분석한 후 우선 순위를 계산하여 피드백 한다. 이러한 우선 순위를 계산하기 위해 네트워크의 혼잡도를 사용한다. 혼잡도를 계산하기 위

한 요소로는 평균 전송시간, 손실률, 세션 가입자 수이다.

3.2 우선 순위 요소

평균전송시간, 손실률을 이용하여 혼잡도를 계산한다. 평균전송시간은 송신자의 RTCP 정보 중 SR을 이용하여 송신자가 송신한 시간과 수신자가 받은 SR 메시지 도착 시간과의 차를 평균한 값이다. SR의 전체 전송 패킷의 수를 all_trans_packet 라하고 손실된 패킷의 누적수를 cum_loss라 하면 손실률(loss_rate)은 all_trans_packet/cum_loss * 100 이다. 지연시간은 송신자에서 수신자에까지 전송시간으로 결정한다. 파라미터로써 결정된 혼잡도로 현 수신자의 우선 순위를 결정 한다.

3.3 우선 순위 부여 알고리즘

우선 순위는 평균 전송 시간이 길거나 손실률이 클 수록 높아진다. 이것을 바탕으로 혼잡도를 구한다. 그리고 손실률과 전송 시간의 경우 한계점에 도달하면 전송률을 저하시키는 원인이 되기 때문에 우선 순위를 낮추어 지연에 의한 세션 탈퇴를 유도한다. 이로 인하여 RTCP에 의한 지터를 줄여 혼잡을 분산한다. 이런 우선 순위를 바탕으로 수신자가 현재의 전송 시간이 n-1의 전송 시간과 같으면 이전의 우선 순위를 그대로 보낸다. 그림 4와 5는 우선 순위 결정 알고리즘의 다이어그램과 알고리즘을 기술 한 것이다.

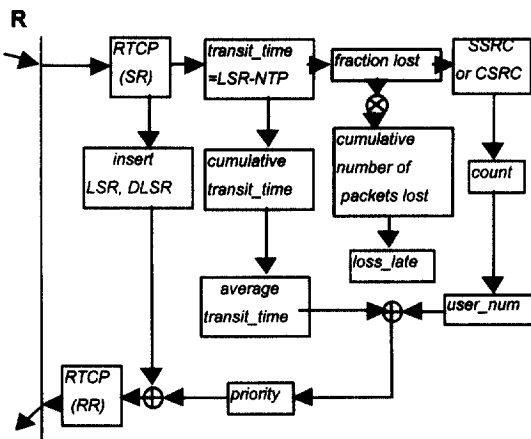



그림 4. 우선 순위 부여 다이어 그램

```
make_Priority(){
   if(transmit_delay[n]≥transmit_delay[n-1])
         ||(loss_late[n]≥loss_late[n-1])
        Priority=1;
   }
   else      Priority=0;
   }
```

그림 5. 우선 순위 부여 알고리즘

3.4 피드백 전송 제어 기법

3.4.1 피드백 메시지 수신

그림 3에서 송신자 인접 멀티캐스트 그룹 호스트(MGH)에 에이전트를 두고서 우선 순위가 높은 패킷을 먼저 보내게 함으로써 RTCP 트래픽을 분산한다. 이러한 에이전트는 우선 순위에 의한 패킷 전송을 함과 동시에 세션 가입자에 대한 정보의 갱신 시에 송신자에게 전송하는 역할을 한다. MGH의 에이전트에서 피드백 메시지를 전송하는 방법은 그림 6과 같다.

```
if(Priority == 1){
             Send RTCP;
            time += interval*Random()
            send_packet;
}
else{
            Wait();
/*until high Priority packet     completed*/
            time += interval*Random()
            send_packet;
}
```

그림 6. Agent에서의 RTCP 패킷 전송

3.4.2 피드백 메시지 전송

처음 RTCP 피드백 메시지를 전송 할 때 우선 순위를 기반으로 한 조건 재고기법을 적용하여 메시지를 전송한다. MGH에 혼잡이나 지연이 보고되면 빠른 재고 기법에 의해 메시지 전송 빈도를 높여 적어도 하나의 피드백 메시지를 수신 할 수 있게 하였다. 상태 정보는 그림 7과 같이 Nomal 과 Delay 상태로 분류하고, 응답이 없는 노드의 경우에는 탈퇴를 유도하였다.

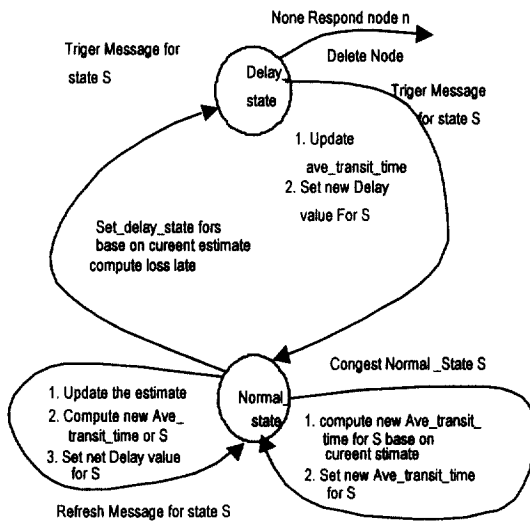



그림 7. 에이젼트에서 수행되는 수신측 상태도

4. 실 험

본 절에서는 두 개의 기법을 적용했을 때 시스템의 성능을 시뮬레이션 하여 측정하였다. 실험환경은 SUN Ultra-5(CPU 174Mhz, 64M 주 메모리)워크스테이션에서 Sun-OS 5.0 운영체제를 이용하였으며 본 실험에 이용된 시뮬레이터는 Steven Ray McCanne이 개발한 ns(network simulator)[7]를 이용하여 시뮬레이션 하였다.

그림 8은 성능 측정을 위한 네트워크 토플로지를 보여 주고 있다. 총 4개의 노드로 구성되어 있고 노드

node R1	node R2	node R3
bw:128e+03bit/sec	bw:256e+03bit/sec	bw:1e+06bit/sec
delay:0.005 sec	delay:0.005 sec	delay:0.005 sec

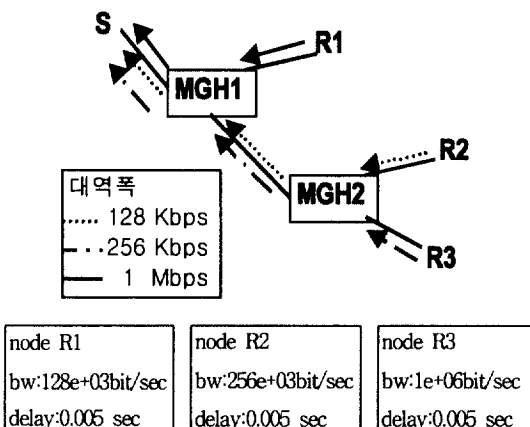



그림 8. 실험 아키텍쳐

R1의 대역폭은 1Mb/s, 5ms의 전파지연을 갖고, 노드R2의 대역폭은 128Kbps/s, 5ms의 전파지연을 갖고, 노드R3의 링크 대역폭은 256Kb/s, 5ms의 전파지연을 갖고, 각 노드의 큐 크기는 6으로 설정하였다. 실험시간은 700초다.

4.1 우선 순위를 적용한 피드백 정보의 전송

RTCP 전송간격을 각각 5초, 2.5초, 1.25초, 0.625초, 0.3125, ... 로 변화시켜 가면서 RTP 트래픽을 전송하였을 때 RTP의 대역폭 사용비율과 RTCP패킷의 발생비율을 측정하였다. 네트워크 상태에 따라 RTCP 패킷의 전송 순서를 조절하는 방법으로 실험하였다.

실험은 700초 동안 실행되었으며, 처음 690초 동안 수신자들은 멀티캐스트 그룹에 참가하기 위하여 RTCP 패킷을 전송하며, 690초가 되면 모든 수신자들은 동시에 세션을 탈퇴하도록 하였다.

그림 9은 재고 기법을 적용하지 않은 경우와 각각 재고 기법과 우선 순위에 의한 방법을 적용한 경우에 RTP 데이터 패킷과 RTCP 패킷의 손실량을 보여주고 있다. 재고 기법을 적용하지 않은 실험에서의 패킷 분실은 대부분이 세션 초기에 세션에 참가하기 위하여 모든 수신자들이 거의 동시에 초기 RTCP 패킷을 전송하였기 때문에 과잉밀집 현상으로 인하여 발생하였다.

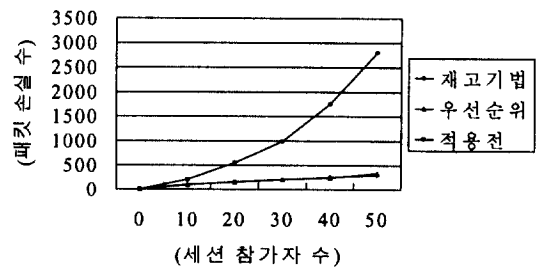



그림 9. 패킷 손실률 측정

특히 참가자 수가 10에서 50으로 증가함에 따라 패킷 분실량이 76에서 409, 944, 1759, 그리고 2757로 기하급수적으로 늘어나고 있다. 반면 전진 재고 기법을 적용한 실험의 경우, 참가자의 수가 증가함에 따라 8, 49, 91, 209, 302로 패킷 분실이 85% 이상 감소하였다.

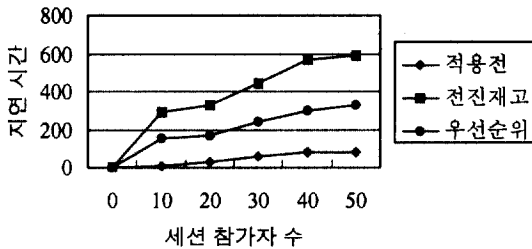



그림 10. 세션 참가자 수에 따른 전송 지연 시간

그리고 우선 순위를 적용한 실험에서는 0, 48, 95, 210, 305로 패킷의 분실이 85% 정도 감소하였다.

그림 10은 전진 재고 기법과 우선 순위 기법 기법을 적용한 경우에 초기 RTCP의 전송지연 시간을 보여주고 있다. 전진 재고 기법을 적용한 경우에는 전송지연 시간이 세션 참가자 수가 10에서 50으로 증가함에 따라 290, 326, 444, 566, 589 초로 선형적으로 증가했으며, 우선 순위를 적용한 실험에서는 참가자의 수가 증가함에 따라 150, 169, 240, 301, 330 초로 전진 재고 기법을 적용한 실험보다 45% 정도 전송지연 시간을 감소 시켰다.

그림 11에서 X축의 6초에서 혼잡이 일어났다고 가정을 하고 실험을 하였다. 우선 순위 기법의 경우에는 RTCP 패킷의 발생을 네트워크 상태에 따라 부하상태일 때는 2.5초로, 혼잡상태일 때는 1.25초로 전송하고, 혼잡도가 높은 노드를 먼저 전송하게 하였다. 그 결과 RTCP 패킷의 전송 빈도를 무조건적으로 높이는 것 보다 네트워크 상태에 따라 빈도와 전송순서를 조절함으로 대역폭에 적절히 반응하는 모습을 볼 수 있다.

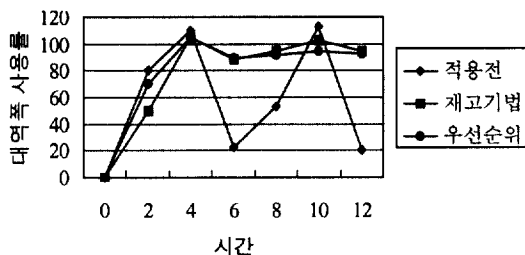



그림 11. 시간에 따른 대역폭 사용률

이 결과에 따르면 고정된 빈도로써 피드백 메시지를 전송하는 경우와 무작위 방법에 의한 피드백 메시지 전송 방법 보다 피드백 메시지가 분산되어 특정 시간에서 피드백 메시지가 집중되는 현상을 피할 수 있어 특정시간에 피드백 메시지의 혼잡을 예방 할 수 있고 혼잡의 경우에 적어도 하나의 피드백 메시지를 수신 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

위 실험에서는 네트워크 상태에 따라 피드백 정보의 전송 빈도와 순서를 조절함으로써 피드백 정보를 효율적으로 분산시킴으로써 수신측의 정보를 신속하게 알 수 있다.

5. 결 론

인터넷상에서 혼잡 상황이 일어나면 패킷 손실과 지연으로 RTCP의 피드백이 늦어진다. 따라서 TCP보다 네트워크 접근 속도가 느린 RTP는 늦은 피드백으로 인해 대역폭을 잃게됨으로써 서비스 품질의 저하를 가져온다. 본 논문에서는 이런 단점을 해결하기 위하여 수신자마다 약간의 전송 지연을 달리함으로서, 즉 우선 순위에 따라 전송케 하였다. 우선 순위는 수신된 RTCP 정보를 분석한 후 재구성하여 피드백 정보로서 송신자에게 보낸다. 일반적으로 혼잡이 일어날 경우 대역폭의 손실을 막기 위하여 피드백 빈도수를 높여 RTCP 정보를 전송하게 되는데, 이 때 우선 순위를 둠으로서 최종 호스트에서의 동기화를 막고 대역폭을 분산시킨다.

우선 순위는 송·수신 사이의 정보(손실률 ,도착 시간)를 분석 한 후 수신 측에서 계산, 정보를 저장한 후 결정한다. 노드와 노드사이의 거리가 먼 경우 즉 홉이 많은 경우 혼잡이 일어날 가능성을 내포하고 있고, 혼잡이 발생한 네트워크의 RTCP를 우선 순위에 둔다는 것이다. 현재 혼잡이 있는 RTCP 정보를 우선적으로 전송하여, 현재 네트워크 정보를 가진 피드백 메시지를 분석하여, 현 네트워크 상황에 적합한 멀티미디어 데이터를 전송한 결과, 혼잡을 회피할 수 있고 피드백 정보의 분산으로 대역폭도 안정적으로 된다는 것을 보여 주고 있다.

참 고 문 헌

[1] H, Schulzrinne, Casner, Frederick, and V, Jacobson RTP: A transport protocol for real-time applications. March 21, 1995, [draft-ietf-avt-rtp-07.ps] http://www.fokus.gmd.de/

step/acontrol/ac.html

[2] I, Busse, B, Deffner, H, Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of Multimedia Applications based on RTP",1994

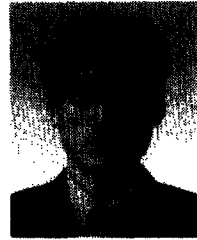
[3] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, "Timer Reconsideration for Enhanced RTP Scalability", Internet Engineering Task Force Internet Draft, July, 1997

[4] 나승구, 백갑천, 안종석 김승범 "RTP 트래픽을 위한 효율적인 흐름제어 기법" 1998

[5] J, C, Bolot, T, Turletti, I, Wakeman, "Scalable Feedback Control for Multicast Video Distribution in the Internet", Proc.ACM/SIGCOMM '94, Vol. 24, No 4, Oct. 1994, pp. 58-67.

[6] S. McCanne, and S. Floyd, "The LBNL Network Simulator".(http://www-nrg. ee.lbl. gov/ns

정 상 운

경상대학교 컴퓨터 과학과 졸업
현재 : 경상대학교 대학원 재학
관심분야 : 멀티미디어 통신 프로토콜, 네트웍 보안, ATM

정 원 창

경상대학교 컴퓨터 과학과 졸업
경상대학교 대학원 졸업
현재 경상대학교 전자계산소 근무
관심분야 : 멀티미디어 통신, 컴퓨터 비전, 컴퓨터구조

김 상 복

중앙대학교 전자공학과 석사
중앙대학교 전자공학과 박사
현 경상대학교 컴퓨터 과학과 교수
관심분야 : 멀티미디어 통신, 컴퓨터네트웍, VHDL, 컴퓨터 구조